

**PFO – NICHT IMMER IST ES SCHULD  
AM TAUCHUNFALL**




**Kardiologische  
Gemeinschaftspraxis  
Dinslaken**







**Dr. med. Karl-Heinz Schmitz**  
 Tauchmedizin/Innere Medizin/Kardiologie/Hypertensiologe  
 FB Medizin des TSV NRW e.V. und VDST e.V.  
 Kardiologische GP Dinslaken  
[drschmitz@t-online.de](mailto:drschmitz@t-online.de)

© TSV NRW e.V. 2017

**Agenda:**



- I. Beispiele
- II. Definition, Anatomie, Diagnostik und Therapie des PFO
- III. Bedeutung in der Tauchmedizin
- IV. logische, physiologische, individuelle, „wenig“ wissenschaftliche Folgerungen
- V. Fazit

© TSV NRW e.V. 2017

## I. Beispiele



- männlich, 48 Jahre, ÜL-C, > 2000 TG, trainiert, fit
- trotz Berücksichtigung der Dekoregeln wdh. Schwere Hautveränderungen im Brust- und Bauchbereich mit Ödem, „Marmorierung“ und Schmerzen

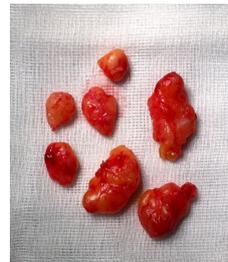


© TSV NRW e.V. 2017

## I. Beispiele



- Frage PFO?: **Warum immer ich und jetzt wieder?**
- transthorakales Echo mit KM:  
kein Shunthinweis
- aber: - Lipome im Bereich des Körperstammes
  - zuletzt 2 x 50 m Kaltwasser-Deko-TG mit 1,5 h Oberflächenpause,
  - wenig Flüssigkeit



© TSV NRW e.V. 2017

## I. Beispiele



**Aber welche Konsequenz bei PFO-Nachweis?**

**Wäre ein Verschluss bei PFO-Nachweis Garantie für lebenslanges, stress- und unfallfreies Tauchen**

**???**

© TSV NRW e.V. 2017

## I. Beispiele



**Es gilt grundsätzlich:**

**Nicht das PFO, sondern die Gasblasen sind das Problem!**

**„No bubbles, no troubles!“**

© TSV NRW e.V. 2017

## I. Beispiele



- J. G., **15jähriger Junge**
- 2/2012 Ägypten:  
**TG 20 m**, danach Symptome mit Schwindel, Schwäche, Kopfschmerzen, rez. Erbrechen, pass. Sensibilitätsstörungen des re. Armes = **DCI**, einige Tage Sehstörungen, **HBO-Therapie** in lokaler Kammer
- Schädel-MRT: Durchblutungsstörung re. Hinterkopfbereich
- Schluckecho: PFO im Farbdoppler, kein Bubbleübertritt nachgewiesen, Valsalva nicht möglich?



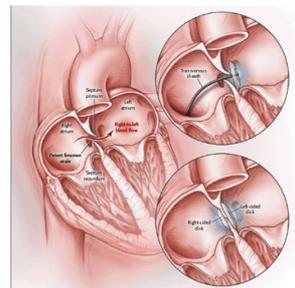
© TSV NRW e.V. 2017

## I. Beispiele



### Was wurde empfohlen?

- **PFO-Verschluss**
- Untersuchung von Zwillingbruder und Vater als aktive Taucher



© TSV NRW e.V. 2017

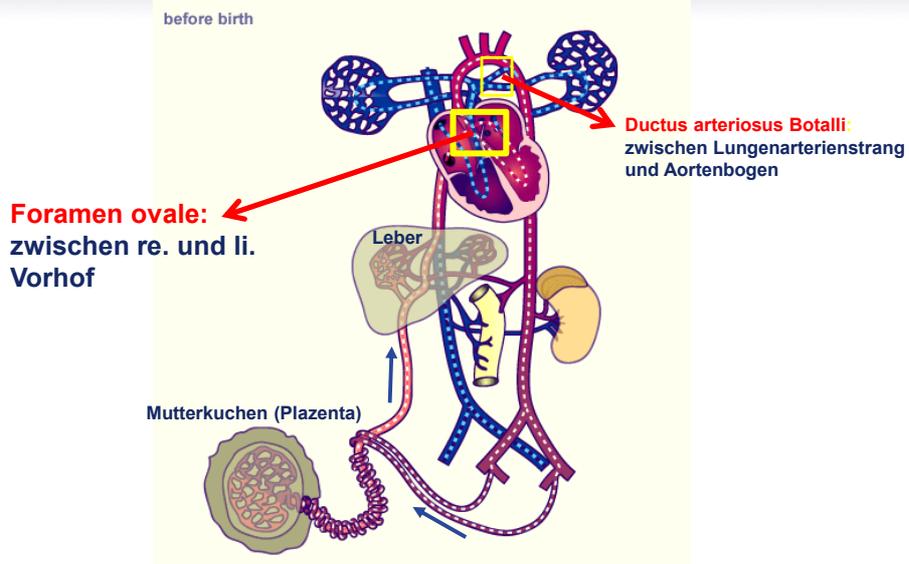
## Agenda:



- I. Beispiele
- II. Definition, Anatomie, Diagnostik und Therapie des PFO
- III. Bedeutung in der Tauchmedizin
- IV. logische, physiologische, individuelle, „wenig“ wissenschaftliche Folgerungen
- V. Fazit

© TSV NRW e.V. 2017

## II. vorgeburtlicher Kreislauf



© TSV NRW e.V. 2017

Quelle: [www.embryology.ch](http://www.embryology.ch)

## II. Definition

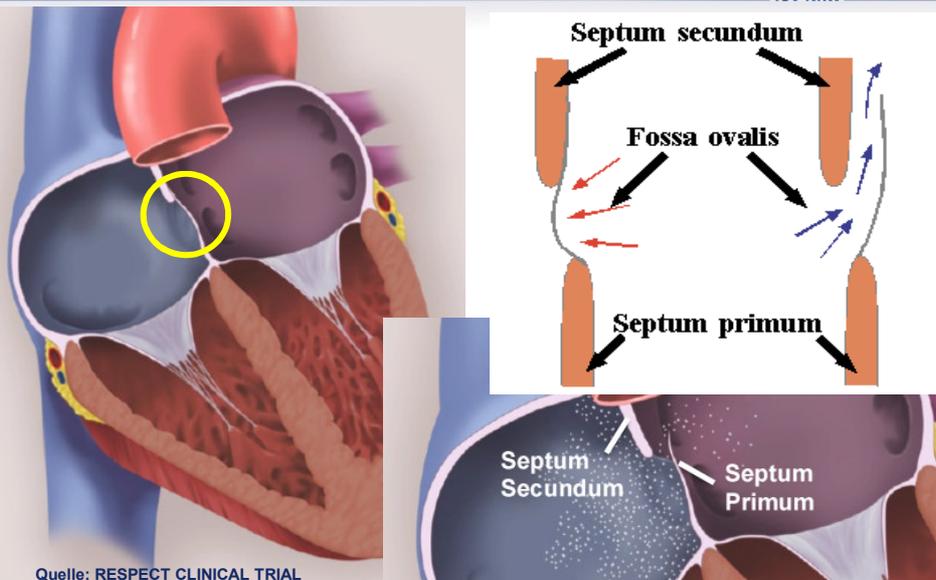


- **PFO = Persistierendes Foramen Ovale**  
= **patent foramen ovale** (engl.), **re.-li. Shunt**  
**häufig: 25-30 %** beim Erwachsenen = Taucher
- angeboren, asymptomatisch, meist nicht diagnostiziert  
prognostisch und in der TSU i.d.R. unbedeutend
- tunnelartige o. klappenartige Verbindung durch  
fehlenden oder unvollständigen Verschluss  
zweier Septen auf Vorhofebene, 98 % 1-10 mm,  
evtl. VH-Septum Aneurysma
- i.d.R. seltener im Alter, aber grösser

© TSV NRW e.V. 2017

Quelle: K.-H. Schmitz, Schlaganfall und PFO, Journal by Fax 2008

## II. Anatomie

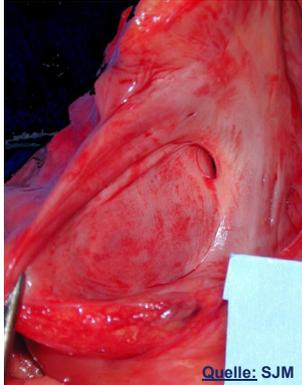


Quelle: RESPECT CLINICAL TRIAL

© TSV NRW e.V. 2017

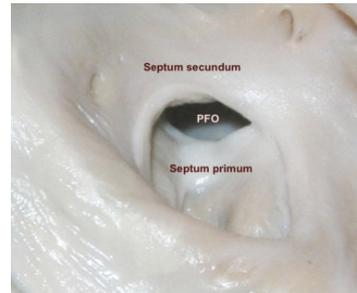
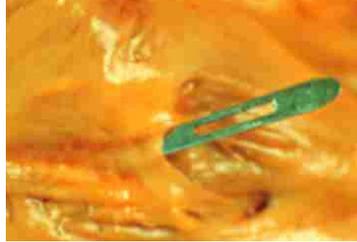
Quelle: Peter Ewert: Interventioneller Verschluss von Vorhofdefekten

## II. Anatomie



Quelle: SJM

Fossa ovalis intraoperativ



Quelle: Meier B. et al.: Secondary stroke prevention: pfo, aortic plaque and carotid stenosis. Eur Heart J 2012

© TSV NRW e.V. 2017

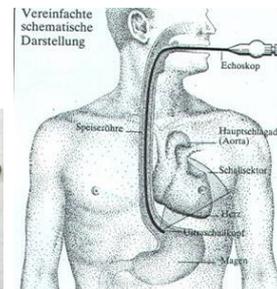
## II. Diagnostik



### a.) Goldstandard:

- sog. „Schluckecho“ = TEE =

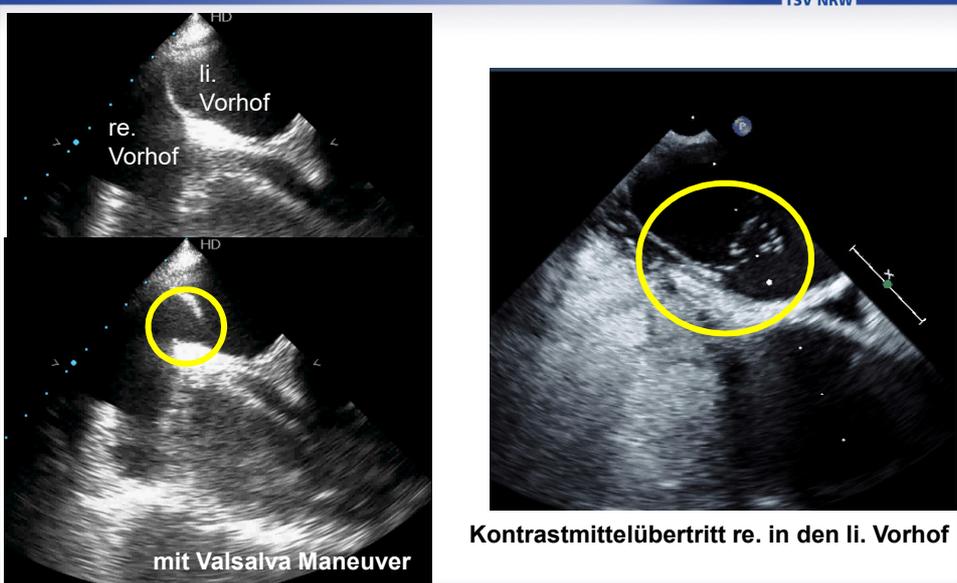
- Trans Esophageal Echocardiography = Speiseröhrenechokardiographie
- Kontrastmittel, multiplan und 3D, semiinvasiv
- Pressmanöver (Bauchdruck, Valsalva, Beine hoch...)
- Ort/Grösse/Funktion des Shunts beschreiben
- nicht routinemäßig, teuer, meist Sedierung



Quelle: [www.mides.com](http://www.mides.com)  
[www-herzpraxi-winterthur.ch](http://www-herzpraxi-winterthur.ch)

© TSV NRW e.V. 2017

## II. TEE mit Valsalva



re. Vorhof  
li. Vorhof

mit Valsalva Maneuver

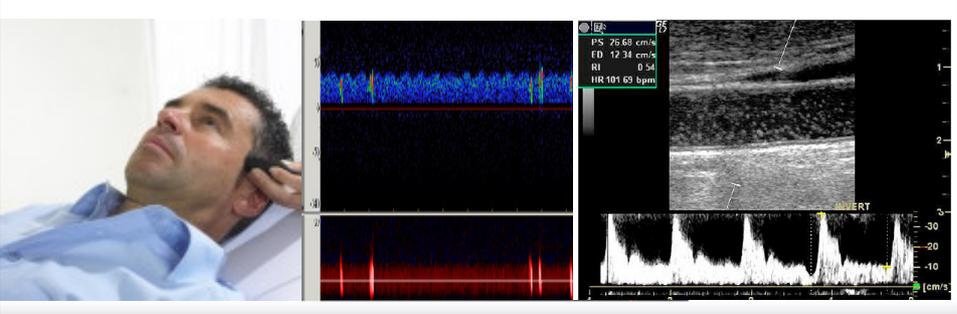
Kontrastmittelübertritt re. in den li. Vorhof

© TSV NRW e.V. 2017

Prof. Dr. Christiane Tiefenbacher, persönlich

## II. Diagnostik

b.) alternativ:  
**Doppleruntersuchung der Hals-/Gehirngefäße mit Kontrastmittel**, hoch sensitiv, evtl. zum Screening, transkraniall oder Farbduplex der Halsschlagadern re./li.-Shunt bei sog.  
**HITS = High Intensity Transient SIGNALS**



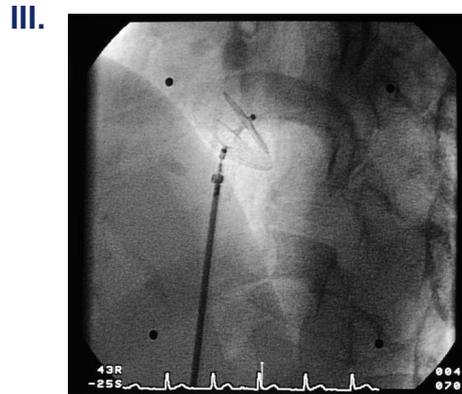
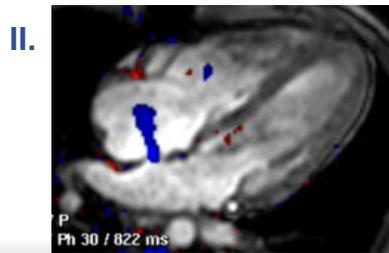
Quelle: [www.nervenaerzte.com](http://www.nervenaerzte.com)

© TSV NRW e.V. 2017

## II. Diagnostik



### c.) weitere Alternativen:



Quelle: Kerr et al.:JACC 36(2000):1959-1966  
[www.cardiomrt.worldpress.com](http://www.cardiomrt.worldpress.com)

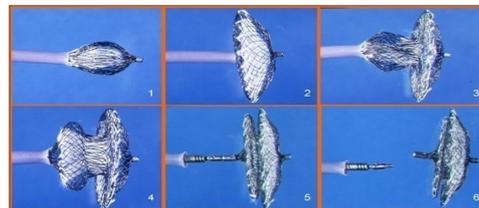
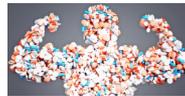
© TSV NRW e.V. 2017

## II. Therapie

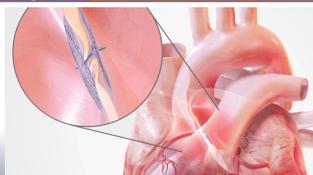


1. keine

2. Medikamente unabh.  
vom Tauchen bei  
Erkrankungen  
(„Blutverdünner“)



3. „Schirmchenverschluss“



4. Operation

© TSV NRW e.V. 2017



**„Die Machbarkeit einer Operation ist nicht die beste Indikation für ihre Durchführung“**

Henry Lord Cohen of Birkenhead  
1900-1977

Quelle: Wikipedia

19

## Agenda:



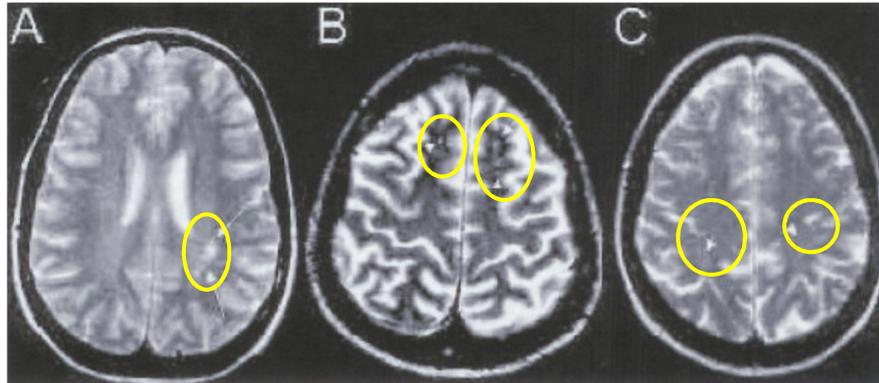
- I. Beispiele
- II. Definition, Anatomie, Diagnostik und Therapie des PFO
- III. Bedeutung in der Tauchmedizin**
- IV. logische, physiologische, individuelle, „wenig“ wissenschaftliche Folgerungen
- V. Fazit

© TSV NRW e.V. 2017

### III. Bedeutung für die Tauchmedizin



**Klinikum Aachen, 1995: erhöhtes Risiko** bei Tauchunfällen bzgl. multipler ischämischer Hirnläsionen im MRT und PFO, dennoch niedrig absolut



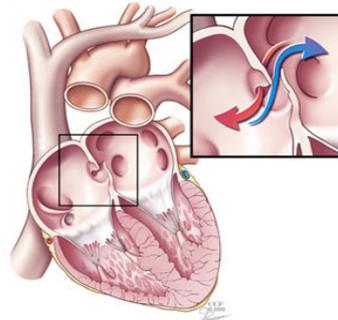
Quelle: Reul et. al., Lancet 345(1995):1403-1405

© TSV NRW e.V. 2017

### III. Bedeutung für die Tauchmedizin



- Bove et al. 1998 (Undersea Hyperb Med):  
relatives Risiko PFO **2,5**
  - Germonpre et al. 1998 (J Appl Physiol):  
relatives Risiko PFO **2,6**
  - Torti et al. 2005 (Eur Heart J)  
relative Risiko PFO **2,5-5,6**
- ➔**
- nach LL 1 DCS/10.000 TG  
PFO also: **5/10.000 TG**



© TSV NRW e.V. 2017

### III. Bedeutung für die Tauchmedizin

#### wdh. Tauchunfälle und PFO

- retrospektiv 209 Taucher mit zerebraler DCS
- 41 wdh. DCS, z.T. 3 Ereignisse
- Diagnose eines „grossen“ PFO:
  - 57 % bei Erstereignis (109 Taucher)
  - 70 % bei Zweitereignis
  - 85 % bei Drittereignis (14 Taucher)

 bei wdh., **zerebraler DCS** spielt PFO eine Rolle, die es zu **verhindern** gilt, denn diese Taucher waren auch „**risikofreudiger**“

© TSV NRW e.V. 2017 nach Lafere 2017, Belgien

### III. Bedeutung für die Tauchmedizin

seit 2011 schweizer Datensammlung:  
„**Weitertauchen** nach Dekounfall“

- 39 Taucher **ohne** PFO
- 39 Taucher **mit** PFO
- 26 Taucher **mit PFO-Verschluss**
- in 5 Jahren **18395 TG:**
  - ohne PFO keine schweren Zwischenfälle
  - je ein schwerer Tauchunfall bei 1 Taucher mit, 4 Tauchern ohne PFO-Verschluss
  - leichte Tauchunfälle in allen Gruppen gleich

 primärer Rat: konservativ, bei Rezidiv Verschluss

© TSV NRW e.V. 2017 aus Moderne Tauchmedizin, 3. Auflage

## „low bubble diving“ = konservatives Tauchen




**EMPFEHLENDEN 2007**  
**DER SCHWEIZERISCHEN GESELLSCHAFT FÜR UNTERWASSER- UND HYPERBARMEDIZIN ZUM TAUCHEN MIT EINEM OFFENEN FORAMEN OVALE**

**PFO**

**Bei unbekanntem PFO**

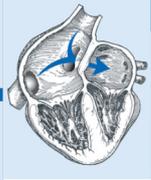
- Ein routinemässiges PFO-Screening bei Freizeit- wie auch Profitaucher/-tauchern wird nicht empfohlen.

**Bei zufällig bekanntem PFO**

- **PFO Grad I:** Die Empfehlungen sind die gleichen wie für Taucher ohne PFO.
- **PFO Grad II und III:** Tauchen nach den Regeln des „low bubble diving“. Diese Empfehlung erfolgt zusätzliches Gewicht bei PFO III-Tauchern, falls diese schon längere Zeit ohne Probleme getaucht sind.

**Nach Tauchzwischenfall**

- Nach „unverteilter DCI“ muss in jedem Fall eine ausführliche Ursachenklärung durch einen erfahrenen und speziell ausgebildeten Tauchmediziner erfolgen.
- Nach Therapieabschluss eines Tauchunfalls erfolgt die Beurteilung der Tauchtauglichkeit grundsätzlich nach den Empfehlungen im Tauchtauglichkeits-Manual SUHMS.
- Wird das PFO mit überwiegender Wahrscheinlichkeit als Ursache der DCI beurteilt, ist die Tauchtauglichkeit weiterhin gegeben nach den Regeln des „low bubble diving“.
- Im Falle eines weiteren Ereignisses besteht keine Tauchtauglichkeit mehr bis zur erneuten ausführlichen Ursachenklärung.
- Die allfällige Empfehlung zum PFO-Verschluss muss im Individualfall mit dem persönlichen Bedürfnissen der Taucher und den mit dem Eingriff verbundenen kurz- und langfristigen Risiken in einem Gespräch abgewogen werden. Die Kostenverantwortung ist geklärt werden.



**PFO**

A PFO is a pathway for arterialisation of venous bubbles is present in about 25-30% of the general population.

Quelle: Maudon von J. med. Berle 6, 103 Taucher in 1000 Kerbtage Tauchern SUHMS (2010) W. J.

Dr. med. Marco Kraus Facharzt PFM / Endokologie Tauchmedizin SUHMS Hirslanden AG

Dr. med. Stefan von Maudon - Ing. B. H. Hirslanden AG

**15 Regeln des „low bubble diving“:**

.... Massnahmen, die die Blasenzahl tief halten:

- 1 Den Tauchgang mit grösster Tiefe beginnen.**
- 2 Keine Jo-Jo-Tauchgänge.** Kein wiederholtes Auftauchen in den 10 m-Bereich.
- 3 Aufstiegsgeschwindigkeit in den oberen 10 m auf 5 m/min. reduzieren.**
- 4 Sicherheitshalt in 3-5 m Tiefe während mindestens 5-10 Minuten.**
- 5 Nullzeitgrenzen nicht ausreizen.** Keine Deko-Tauchgänge.
- 6 Mindestens 4 Std. Oberflächenintervall bis zum nächsten Tauchgang.**
- 7 Maximal zwei Tauchgänge pro Tag.**
- 8 Mindestens 2 Std. Wartezeit bei geplantem Wechsel in eine höhere Höhe über Meer.**
- 9 Meiden von grosser Hauterwärmung nach dem Tauchgang.** Z.B. Sonnenbad, warme Duschen, Sauna.
- 10 Kälte, Dehydratation und Rauchen vermeiden.**
- 11 Tauchen mit Nitrox nach Lufttabellen.** O2-Toxizität beachten.
- 12 Spezielle Tauchcomputer resp. Software vermeiden das Risiko.**

.... Massnahmen, die den Übertritt von Blasen in die arterielle Strombahn möglichst verhindern:

- 13 Keine Anstrengungen in den letzten 10 m des Aufstiegs.** Körperliche Arbeiten unter Wasser sowie Strömung am Ende des Tauchganges vermeiden.
- 14 Keine Anstrengungen in den ersten 2 Stunden nach dem Tauchgang.** An der Oberfläche Jackett nicht von Mund aufblasen. Gerät im Wasser aussuchen und von Helfenden herausheben lassen. Anstrengungstheurer Ausstieg an Land oder ins Boot (kein Pressen!). Das Herumtragen von schweren Ausrüstungen vermeiden.
- 15 Absolutes Tauchverbot bei Erkältungen.** Husten oder Frieren des Druckausgleichs fördert den Übertritt von Bläschen in den arteriellen Kreislauf.

Diese Empfehlungen der SUHMS entsprechen dem Evidenzzustand der Literatur und dem Expertenkonsens Ende 2006.



© TSV NRW e.V. 2017

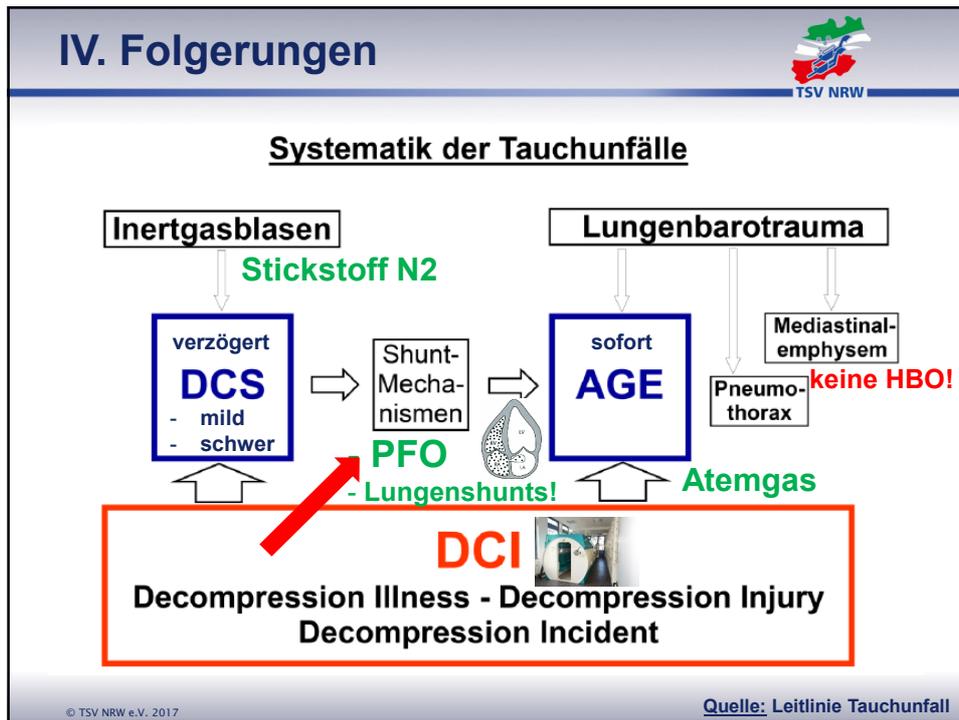
## Agenda:




- I. Beispiele
- II. Definition, Anatomie, Diagnostik und Therapie des PFO
- III. Bedeutung in der Tauchmedizin
- IV. logische, physiologische, individuelle, „wenig“ wissenschaftliche Folgerungen
- V. Fazit



© TSV NRW e.V. 2017



## IV. Folgerungen



TSV NRW

**80 % der Tauchunfälle mit Cutis marmorata weisen PFO aus!**

**Cutis marmorata?:**

- Blasenembolien der Lymphgefäße
- lokale Inertgasübersättigungen
- histaminbedingte Hautveränderungen
- ...



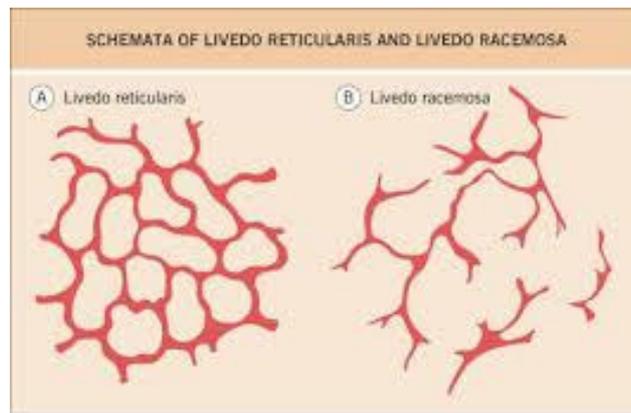

Quelle: Caisson Nr. 1 2019, PFO und Tauchen, Frank Hartig

© TSV NRW e.V. 2017

## IV. Folgerungen



- **cerebrale Gasembolie Epiphänomen des Hirnstamms, neue Neurologie?**



© 2003 Elsevier - Bologna, Jorizzo and Rapini: Dermatology - www.dermtext.com

© TSV NRW e.V. 2017

Quelle: Caisson Nr. 1 2019, PFO und Tauchen, Frank Hartig

## Agenda:



- I. Beispiele
- II. Definition, Anatomie, Diagnostik und Therapie des PFO
- III. Bedeutung in der Tauchmedizin
- IV. logische, physiologische, individuelle, „wenig“ wissenschaftliche Folgerungen
- V. Fazit

© TSV NRW e.V. 2017

## V. Fazit



1. Der klassische **Tauchunfall** ist eher **selten** (1/10.000TG).
2. Die Gefahr für einen **Tauchunfall bei/durch PFO** scheint **leicht erhöht** (2,5-5/10.000 TG).
4. **PFO-Screening** ist **nicht** notwendiger Bestandteil der tauchsportärztlichen GTUEM-Untersuchung.
5. Nach einem **Tauchunfall** ist die **Tauglichkeit aufgehoben**.
6. Auch bei **Unklarheiten** der Ursache sollte **nicht primär PFO-Diagnostik** erfolgen, sondern durch Taucherarzt die Situation mit allen Informationen **analysiert** werden.
7. Bei **wdh. Tauchunfällen** muss **intensiv** geschaut und Diagnostik gemäss der **Motivation (TL?)** mit besprochenen **therapeut. Konsequenzen** geklärt werden.
8. Meist reicht im Sporttaucherbereich **low bubble diving**.